



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015109216/02, 16.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.03.2015

(45) Опубликовано: 10.07.2016 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2252091 C1, 20.05.2005. SU 984543
A, 30.12.1982. SU 722629 A, 28.03.1980. US
3695083 A, 03.10.1972.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
центр интеллектуальной собственности, Маркс
Татьяне Владимировне

(72) Автор(ы):

Логинов Юрий Николаевич (RU),

Головнин Максим Александрович (RU)

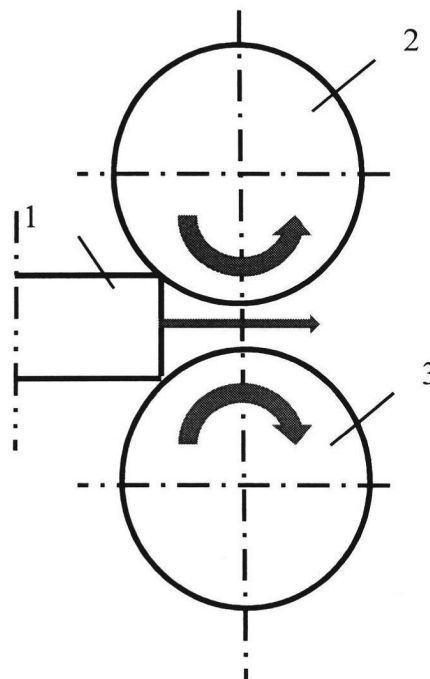
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области обработки металлов давлением. Способ включает формоизменение заготовки протягиванием ее через деформирующий инструмент с нагревом от тепла деформации и трения за счет повышения скольжения на поверхности контакта между деформирующим инструментом и заготовкой, с обеспечением выделения тепла, достаточного для нагрева заготовки до заданной температуры. Возможность обработки заготовок некруглого поперечного сечения, например, плоских, обеспечивается за счет того, что формоизменение осуществляют двумя валками, при этом на начальной стадии обработки задают направление вращения валков в направлении протягивания заготовки, на последующей стационарной стадии задают направление вращения валков против направления протягивания заготовки, при этом заданную температуру нагрева обеспечивают выбором соотношения скорости протягивания и скорости вращения валков. 3 ил., 2 пр.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015109216/02, 16.03.2015**(24) Effective date for property rights:
16.03.2015

Priority:

(22) Date of filing: **16.03.2015**(45) Date of publication: **10.07.2016** Bull. № 19

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, tsentr
intellektualnoj sobstvennosti, Marks Tatjane
Vladimirovne**

(72) Inventor(s):

**Loginov YUrij Nikolaevich (RU),
Golovnin Maksim Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Uralskij federalnyj universitet
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina"
(RU)**

(54) **METAL PROCESSING METHOD**

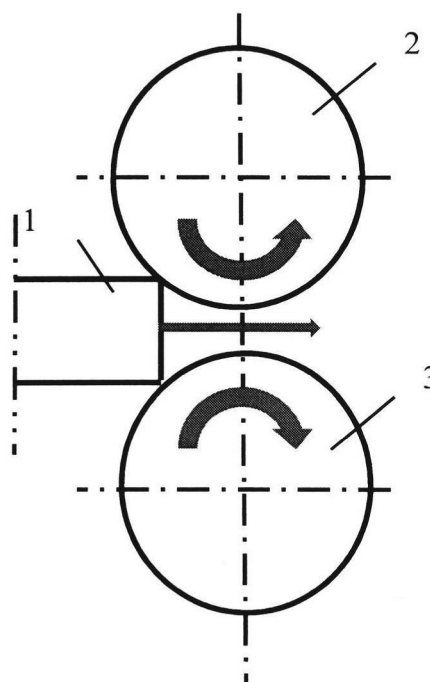
(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to metal forming. Method involves shaping of blank by its drawing through forming tool with heating from deformation heat and friction due to increase of sliding on surface of contact between deforming tool and billet to allow heat emission, sufficient for heating billet to preset temperature. Possibility of round cross-section, for example, flat is ensured by fact that two shaping rolls at the initial stage of treatment of roll in direction of workpiece drawing on subsequent stationary stage rollers rotation against direction of blank drawing, specified heating temperature is provided by selecting ratio of speed of drawing and rotational speed of rolls.

EFFECT: processing of off-round cross-section.

1 cl, 3 dwg, 2 ex



Фиг. 1

Изобретение относится к области производства полуфабрикатов плоского поперечного сечения методом прокатки.

Обычно в практике прокатного производства стремятся выровнять скорость прокатки со скоростью вращения валков [1], добиваясь минимального скольжения, что позволяет уменьшить износ инструмента и снизить энергетические затраты [2]. Полностью исключить скольжение при прокатке не удастся из-за наличия зон опережения и отставания [3]. Из практики прокатного производства известно, что при чрезмерно больших углах захвата может реализовываться режим пробуксовки полосы относительно поверхности валков. В этом случае при конечной скорости вращения валков скорость полосы оказывается равна нулю, а скорость скольжения становится равной скорости вращения валков.

При прокатке также может применяться переднее натяжение, цель применения которого - уменьшить уровень давлений, действующих на рабочие валки, и тем самым снизить упругий прогиб валков и повысить точность получаемого проката. Переднее натяжение можно назначить такой величины, что привод валкам не потребуется, и деформация перейдет в стадию роликового волочения [4-6].

Из уровня техники известны способы деформации с одновременным нагревом заготовок до входа в очаг деформации [7, 8]. Цель применения приема нагрева заготовки перед деформацией волочением состоит в повышении уровня пластичности металла, благодаря чему становится возможным применение способа волочения, несмотря на высокий уровень растягивающих напряжений, характерных для этого способа деформации. Недостатком предложенных способов деформации является необходимость использования расплавов металлов в качестве теплоносителей для передачи тепла заготовке. Во многих случаях применение расплавов крайне нежелательно из-за возможной его диффузии в поверхностные слои заготовки.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков является способ обработки металлов по патенту РФ №2252091 [9], включающий формоизменение заготовки протягиванием ее через деформирующий инструмент с нагревом от тепла деформации и трения за счет повышения скольжения на поверхности контакта между деформирующим инструментом и заготовкой, с обеспечением выделения тепла, достаточного для нагрева заготовки до заданной температуры.

В способе по прототипу протягивание осуществляется через деформирующий инструмент, в роли которого выступает волока. Нагрев от тепла деформации и трения за счет повышения скольжения на поверхности контакта между деформирующим инструментом и заготовкой, с обеспечением выделения тепла, достаточного для нагрева заготовки до заданной температуры, осуществляется путем применения приема вращения волоки. Повышенное тепловыделение осуществляется за счет дополнительных перемещений в тангенциальном направлении рабочей поверхности волоки относительно поверхности протягиваемого изделия. Естественно, что такое тангенциальное перемещение возможно, если обе поверхности образованы вращением образующих относительно оси волочения. Тем самым способ по прототипу направлен только на обработку заготовок круглого сечения. Следует отметить, что продуктами обрабатываемых производств являются не только круглые профили, включая проволоку, но и плоский прокат, который невозможно обработать приемами способа по прототипу. Недостатком способа по прототипу являются ограниченные технологические возможности, а более конкретно, возможность обработки заготовок только круглого поперечного сечения.

Предлагаемый способ обработки металлов, как и способ по прототипу, включает

формоизменение заготовки протягиванием ее через деформирующий инструмент с нагревом от тепла деформации и трения за счет повышения скольжения на поверхности контакта между деформирующим инструментом и заготовкой, с обеспечением выделения тепла, достаточного для нагрева заготовки до заданной температуры.

5 Способ отличается тем, что формоизменение осуществляют двумя валками, при этом на начальной стадии обработки задают направление вращения валков в направлении протягивания заготовки, на последующей стационарной стадии задают направление вращения валков против направления протягивания заготовки, при этом заданную температуру нагрева обеспечивают назначением соотношения скорости
10 протягивания и скорости вращения валков.

Сущность предложения состоит в том, что на начальной стадии валки захватывают металл и вытягивают его в очаг деформации, часть заготовки при этом прокатывается на расстояние, достаточное для закрепления ее устройством вытягивания. После закрепления передней части заготовки в устройстве вытягивания привод вращения
15 реверсируют. Очаг деформации теперь имеет развитую контактную поверхность, на которой за счет трения можно создать источник тепловыделения. Мощность тепловыделения зависит от площади контактной поверхности, коэффициента трения, удельного давления и скорости скольжения. Таким образом, управлять температурой можно, изменяя скорость вращения валков. Ограничением процесса является
20 соотношение величины контактной поверхности и поперечного сечения. При малом сечении (тонкая полоса) и большой контактной поверхности (большой диаметр вала и большое обжатие) полоса может быть порвана усилием натяжения. В противоположном случае будет наблюдаться режим пробуксовки с величиной тепловыделения, зависящей от указанных выше параметров.

25 На фиг. 1 показана схема начального периода прокатки в момент захвата при вращении валков в направлении прокатки. На фиг. 1 показана схема начального периода прокатки при вращении валков в направлении прокатки с выходом части заготовки, достаточной для ее закрепления в устройстве вытягивания. На фиг. 3 показана схема стационарной стадии, в которой задают направление вращения валков против
30 направления протягивания заготовки.

Способ осуществляется следующим образом.

Формоизменение заготовки 1 осуществляют двумя валками 2 и 3 (фиг. 1), при этом на начальной стадии обработки задают направление вращения валков (показано
35 круговыми стрелками) в направлении протягивания заготовки (показано прямой стрелкой). На фиг. 2 показано, что часть заготовки при этом прокатывается на расстояние, достаточное для закрепления ее устройством вытягивания. На последующей стационарной стадии задают направление вращения валков против направления протягивания заготовки, что показано сменой направления круговых стрелок на фиг. 3, действующая на переднюю часть заготовки сила показана вектором G.

40 Из закона сохранения энергии практически вся мощность, расходуемая на трение, превращается в тепло, т.е. за счет процесса трения можно повысить температуру заготовки.

Энергия, необходимая для нагрева в очаге деформации массы m металла теплоемкостью c при разности конечной и начальной температур Δt , равна

$$45 \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta t. \quad (1)$$

Масса m может быть рассчитана через объем V и плотность ρ :

$$m = V \cdot \rho, \quad (2)$$

Объем V очага деформации определяется через его длину l , ширину B и среднюю за период обжатия толщину заготовки h_c :

$$V = l \cdot B \cdot h_c. \quad (3)$$

После подстановки (4) и (5) в (3) получим

$$Q = l \cdot B \cdot h_c \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t. \quad (4)$$

Для определения необходимой мощности N следует правую часть разделить на время нахождения металла в очаге деформации τ :

$$N = l \cdot B \cdot h_c \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t / \tau. \quad (5)$$

Скорость протягивания v может быть рассчитана как путь l , который проходит частица через очаг деформации в течение времени τ :

$$l = v \cdot \tau. \quad (6)$$

Тогда формулу (7) можно представить в виде

$$N = v \cdot B \cdot h_c \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t. \quad (7)$$

Тепловыделение W на поверхностях двух валков радиусом R в результате трения в очаге деформации определяется формулой

$$W = 2 \cdot \tau_T \cdot F \cdot \Delta u, \quad (8)$$

где $F = R \cdot \alpha \cdot B$ - площадь поверхности трения, α - угол захвата, $\tau_T = \psi \cdot \tau_s$ - напряжения трения, ψ - показатель трения по Зибелю; τ_s - сопротивление деформации на сдвиг; Δu - скольжение.

Мощность источника тепла N_T определяется тепловыделением в единицу времени, с учетом скорости скольжения $v_s = \Delta u / \tau$ получим:

$$N_T = W / \tau = W = 2 \cdot \psi \cdot \tau_s \cdot R \cdot \alpha \cdot B \cdot v_s. \quad (9)$$

Используя закон сохранения энергии, приравняем правые части уравнений (7) и (9):

$$N = v \cdot B \cdot h_c \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 2 \cdot \psi \cdot \tau_s \cdot R \cdot \alpha \cdot B \cdot v_s, \quad (10)$$

откуда соотношение скоростей скольжения и прокатки выражается формулой

$$k = v_s / v = h_c \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t / 2 \cdot \psi \cdot \tau_s \cdot R \cdot \alpha. \quad (11)$$

В соответствии с последней формулой можно назначить температуру нагрева заготовки и определить соотношения скоростей скольжения и прокатки для достижения заданной температуры. Необходимая скорость скольжения будет тем выше, чем выше параметры: толщина заготовки, плотность материала, его теплоемкость, и ниже параметры: показатель трения, сопротивление деформации, радиус валка и угол захвата.

Пример 1. Заготовкой является лист из электротехнической меди толщиной $h_0 = 10$ мм который прокатывают до толщины $h_1 = 7$ мм. Температура начала рекристаллизации электротехнической меди зависит от чистоты и степени предшествующей деформации и ее величина составляет около 200°C [10], т.е. надо обеспечить повышение температуры от комнатной 20°C на $\Delta t = 180^\circ\text{C}$.

При обжатии в валках радиусом 200 мм угол захвата равен

$\alpha = \sqrt{(h_0 - h_1)/R} = \sqrt{(10 - 7)/200} = 0,122 \text{ рад}$. Средняя толщина заготовки равна $h_c = (0,010 + 0,007)/2 = 0,0085 \text{ м}$.

При величине сопротивления деформации для меди $\sigma_s = 80 \text{ МПа}$ получим

сопротивление деформации на сдвиг $\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} = 46,2 \text{ МПа}$. Показатель трения

$\psi = 0,4$; плотность $\rho = 8900 \text{ кг/м}^3$.

Рассчитанное по формуле (10) соотношение скоростей составляет величину $k = v_s/v = 58,3$. Если назначить скорость протягивания $v = 0,1 \text{ м/с}$, то следует обеспечить скорость скольжения $v_s = v \cdot k = 0,1 \cdot 58,3 = 5,83 \text{ м/с}$.

Скорость скольжения равна $v_s = v - (-v_B) = v + v_B$, где v_B - скорость вращения валков, здесь показано, что скорости протягивания и вращения валков складываются из-за противоположности их направлений. Из последней формулы следует, что $v_B = v_s - v = 5,83 - 0,1 = 5,73 \text{ м/с}$. Для упрощения расчетов здесь не учтено, что при деформации происходит дополнительное выделение тепла. Предполагается, что это дополнительное тепловыделение компенсируется потерями тепла за счет диссипации энергии в окружающее пространство. Предложенные приемы управления процессом позволяют решить поставленную техническую задачу.

Пример 2. Заготовкой является лист из алюминиевого сплава Д16 толщиной $h_0 = 13 \text{ мм}$, который необходимо прокатать до толщины $h_1 = 6 \text{ мм}$. Температура начала рекристаллизации алюминиевого сплава Д16 зависит от чистоты и степени предшествующей деформации и ее величина составляет около 300°C , т.е. необходимо обеспечить повышение температуры от комнатной 20°C на $\Delta t = 280^\circ\text{C}$.

Обжатие происходит в валках радиусом $R = 250 \text{ мм}$. Угол захвата равен

$\alpha = \sqrt{(h_0 - h_1)/R} = \sqrt{(13 - 6)/250} = 0,167 \text{ рад}$. Средняя толщина заготовки при этом равна $h_c = (0,013 + 0,006)/2 = 0,0095 \text{ м}$.

При величине сопротивления деформации для сплава Д16 $\sigma_s = 140 \text{ МПа}$, получим

сопротивление деформации на сдвиг $\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = \frac{140}{\sqrt{3}} = 80,8 \text{ МПа}$.

Показатель трения для данного случая прокатки примем равным $\psi = 0,3$. Плотность сплава Д16 - $\rho = 2770 \text{ кг/м}^3$.

Соотношение скоростей, рассчитанное по формуле (10), составляет величину $k = v_s/v = 33,56$. Если назначить скорость протягивания $v = 0,3 \text{ м/с}$, то следует обеспечить скорость скольжения $v_s = v \cdot k = 0,3 \cdot 33,56 = 10,07 \text{ м/с}$.

Скорость вращения валков является разницей между скоростью скольжения и скоростью протягивания листа и равна $v_B = v_s - v = 10,07 - 0,3 = 9,77 \text{ м/с}$. В данном расчете, выделение тепла при деформировании, для упрощения, не учитывается. Предполагается, что это дополнительное тепловыделение компенсируется потерями тепла за счет диссипации энергии в окружающее пространство.

Таким образом, здесь показано, что назначением соотношения скорости протягивания и линейной скорости вращения валков можно достичь заданной температуры нагрева.

Технический результат от применения заявляемого объекта в сравнении с прототипом заключается в расширении технологических возможностей, а более конкретно, в возможности обработки заготовок некруглого поперечного сечения, например, плоского

проката.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Патент РФ №2135314. Способ автоматического управления процессом непрерывной прокатки с минимальным натяжением или подпором сортового металла. МПК В21В 37/52. Заявка 98104480/02 от 12.03.1998. / Пазухин М.А., Бурмин М.Г., Черкасов Ю.Д., Коробов А.И., Никитин Г.С. Оpubл. 27.08.1999.
2. Логинов Ю.Н. Анализ энергозатрат при горячей прокатке листовых полуфабрикатов из алюминия. Производство проката. 2005. №4. С. 19-24.
3. Коновалов Ю.В. Справочник прокатчика. Т. 1. М.: Теплотехника. 2008. 640 с.
4. А.с. СССР №799856. Роликовая волока / Новожинов В.И., Логинов Ю.Н., Железняк Л.М. Заявка от 12.04.1978 №2603354/22-02. Бюл. №4 от 30.01.1981.
5. А.с. СССР №812374. Роликовая волока / Логинов Ю.Н., Железняк Л.М. Заявка №2751614/22-02 от 13.04.1979. Оpubл. 15.03.1981. Бюл. №10.
6. А.с. СССР №835554. Роликовая волока / Железняк Л.М., Стукач А.Г., Логинов Ю.Н. Заявка №2553771/22-02 от 13.12.1977. Оpubл. 7.06.1981. Бюл. №21.
7. А.с. СССР №591244. Устройство для теплого волочения проволоки из малопластичного материала. / Колмогоров В.Л., Новожинов В.И., Логинов Ю.Н. Оpubл. 05.02.1978. Бюл. №5.
8. А.с. СССР №710714. Устройство для теплого волочения проволоки. / Колмогоров В.Л., Новожинов В.И., Логинов Ю.Н., Бюл. №3 от 25.01.1980
9. Патент РФ №2252091. Способ волочения заготовок круглого поперечного сечения. Заявка 2004107760/02 от 15.03.2004. / Логинов Ю.Н., Буркин С.П. Оpubл. 20.05.2005. Бюл. №14.
10. Патент РФ №2496103. Способ изучения первичной рекристаллизации / Демаков С.Л., Логинов Ю.Н., Илларионов А.Г., Иванова М.А., Степанов С.И. Заявка: 2012107942/28 от 01.03.2012. МПК G01N 19/00. Оpubл. 20.10.2013. Бюл. №29.

Формула изобретения

Способ обработки металлов, включающий формоизменение заготовки протягиванием ее через деформирующий инструмент с нагревом от тепла деформации и трения скольжения на поверхности контакта между деформирующим инструментом и заготовкой, при этом обеспечивают выделение тепла, достаточного для нагрева заготовки до заданной температуры, отличающийся тем, что используют деформирующий инструмент в виде двух валков, которые на начальной нестационарной стадии обработки вращают в направлении протягивания заготовки, а на последующей стационарной стадии обработки - против направления протягивания заготовки, причем температуру нагрева задают соотношением скорости протягивания заготовки и скорости вращения валков.

СПОСОБ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

